

WEST

 Generate Collection

L12: Entry 28 of 29

File: JPAB

Feb 9, 2001

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2001034769A

TITLE: DEVICE AND METHOD FOR IMAGE PROCESSING AND NAVIGATION DEVICE

Abstract (1):

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an on-vehicle image processor and an on-vehicle navigation device which maintain the safety of a traveling vehicle and can also acquire road width data by imaging sides from the traveling vehicle and performing image processing.

Abstract (2):

SOLUTION: An image signal from a CCD camera 19a imaging sides of a vehicle is inputted to an image processing part 18 included in a navigation device, and converted into a digital image signal by an A/D converter 21 to be frame image data having a prescribed frame cycle. Two pieces of continuous frame image data are respectively stored in 1st and 2nd image memories 22 and 23. A motion vector detecting part 24 detects a motion vector in each area of the image on the basis of these frame image data and vehicle speed data, and a motion vector processing part 25 calculates a distance to a road edge from the vehicle on the basis of the motion vector. Further, the width of a road where the vehicle travels can be calculated from the distance. Thus, an alarm is issued to a driver when the vehicle approaches the road edge, a traffic lane on which the vehicle travels is decided to guide the driver to a right lane, the width of the road is stored to be effectively utilized later so that the safety and convenience of the vehicle can be improved.

BEST AVAILABLE COPY

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-347699

(P2001-34769A)

(43)公開日 平成13年2月9日(2001.2.9)

(51)Int.Cl'

識別記号

F I

マーク一(参考)

G 06 T 7/60

G 06 F 15/70

3 5 0 J 2 F 0 2 9

G 01 B 11/00

G 01 B 11/00

H 2 F 0 6 5

G 01 C 3/06

G 01 C 3/06

Z 2 F 1 1 2

21/00

21/00

A 5 H 1 8 0

G 06 T 7/20

G 08 G 1/04

D 5 L 0 9 6

審査請求 未請求 請求項の数18 OL (全13頁) 最終頁に続く

(21)出願番号

特願平11-211272

(71)出願人 000005016

バイオニア株式会社

東京都目黒区目黒1丁目4番1号

(72)発明者 柏崎 陸

埼玉県川越市大字山田字西町25番地1 バ
イオニア株式会社川越工場内

(74)代理人 100083839

弁理士 石川 泰男

(22)出願日

平成11年7月26日(1999.7.26)

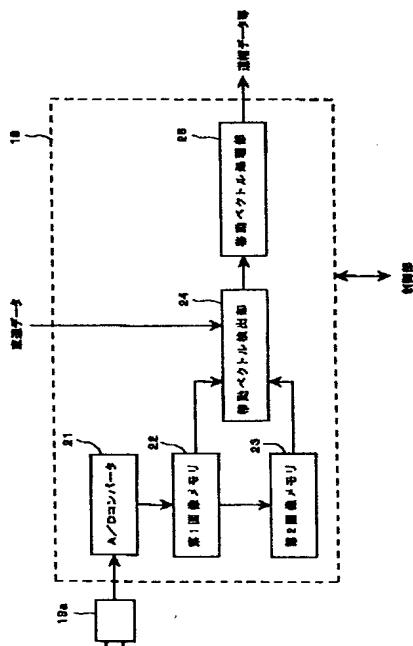
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 画像処理装置、画像処理方法及びナビゲーション装置

(57)【要約】

【課題】 走行中の車両から側方を撮像して画像処理を行うことにより、走行車両の安全を保つと共に、道幅データを取得可能な車載用画像処理装置及び車載用ナビゲーション装置を提供する。

【解決手段】 車両側方を撮像するCCDカメラ1,9aからの画像信号は、ナビゲーション装置に含まれる画像処理部1,8に入力され、A/Dコンバータ2,1によりデジタル画像信号に変換され、所定のフレーム周期を持つフレーム画像データとなる。連続する2つのフレーム画像データは、それぞれ第1画像メモリ2,2及び第2画像メモリ2,3に格納される。移動ベクトル検出部2,4では、これらのフレーム画像データと車速データに基づき画像の各領域の移動ベクトルを検出し、移動ベクトル処理部2,5では、移動ベクトルに基づき道路端までの距離を求める。更に、この距離により走行道路の道幅が算出される。これにより、道路端への近接時にドライバーに警告したり、走行車線を判定して変更案内をしたり、道幅データを記憶して後に有効活用するなど、車両の安全性と利便性を高めることができる。



1

2

【特許請求の範囲】

【請求項1】 移動体の側方を撮像して画像信号を出力する撮像手段と、
移動体が移動中の前記画像信号に基づいて、撮像された画像のそれぞれの領域ごとに、移動ベクトルを検出する移動ベクトル検出手段と、
前記検出された移動ベクトルの大きさの空間的变化率を判別し、該変化率に基づいて道路端までの距離を算出する距離算出手段と、
を備えることを特徴とする画像処理装置。

【請求項2】 前記撮像手段は、移動体の左側側方を撮像する第1の撮像手段と、移動体の右側側方を撮像する第2の撮像手段とを含み、前記距離算出手段は、左側道路端までの第1の距離と、右側道路端までの第2の距離とを算出することを特徴とする請求項1に記載の画像処理装置。

【請求項3】 前記第1の距離及び前記第2の距離に基づいて、移動体の走行道路の道幅を算出する道幅算出手段を更に備えることを特徴とする請求項2に記載の画像処理装置。

【請求項4】 前記画像信号は、所定のフレーム周期を持つフレーム画像データを単位として構成され、前記移動ベクトル検出手段は、連続する2つのフレーム画像データに基づいて前記移動ベクトルを検出することを特徴とする請求項1から請求項3のいずれかに記載の画像処理装置。

【請求項5】 前記撮像手段は、移動体の前側に設置されていることを特徴とする請求項1から請求項4のいずれかに記載の画像処理装置。

【請求項6】 前記撮像手段は、移動体の斜め前寄りの側方を撮像することを特徴とする請求項1から請求項5のいずれかに記載の画像処理装置。

【請求項7】 前記撮像手段は、移動体の斜め下寄りの側方を撮像することを特徴とする請求項1から請求項6のいずれかに記載の画像処理装置。

【請求項8】 移動体の側方を撮像する撮像手段から出力された画像信号に基づいて画像処理を行う画像処理方法であって、
移動体が移動中の前記画像信号に基づいて、撮像された画像のそれぞれの領域ごとに、移動ベクトルを検出する移動ベクトル検出手段と、
前記検出された移動ベクトルの大きさの空間的变化率を判別し、該変化率に基づいて道路端までの距離を算出する距離算出手段と、
を備えることを特徴とする画像処理方法。

【請求項9】 前記画像信号は、移動体の左側側方を撮像する第1の撮像手段、及び、移動体の右側側方を撮像する第2の撮像手段からそれぞれ出力され、前記距離算出手段は、左側道路端までの第1の距離と、右側道路端までの第2の距離とを算出することを特徴とする請求項

8に記載の画像処理方法。

【請求項10】 前記第1の距離及び前記第2の距離に基づいて、移動体の走行道路の道幅を算出する道幅算出手段を更に備えることを特徴とする請求項9に記載の画像処理方法。

【請求項11】 前記画像信号は、所定のフレーム周期を持つフレーム画像データを単位として構成され、前記移動ベクトル検出手段は、連続する2つのフレーム画像データに基づいて前記移動ベクトルを検出することを特徴とする請求項8から請求項10のいずれかに記載の画像処理方法。

【請求項12】 地図データに基づいて車両の現在位置から目的地までの経路案内を行うナビゲーション装置であって、

車両の移動速度を検出する車速センサを含むセンサ部と、

車両の側方を撮像して画像信号を出力する撮像手段と、車両走行中の前記画像信号に基づいて、撮像された画像のそれぞれの領域ごとに、移動ベクトルを検出する移動

ベクトル検出手段と、

前記検出された移動ベクトルの大きさの空間的变化率を判別し、該変化率及び前記移動速度に基づいて道路端までの距離を算出する距離算出手段と、
を備えることを特徴とするナビゲーション装置。

【請求項13】 前記算出された距離が予め設定された値より小さい場合、車両が道路端に近接したことを告知する告知手段を更に備えることを特徴とする請求項12に記載のナビゲーション装置。

【請求項14】 前記算出された距離に基づいて、車両の走行道路の道幅を算出する道幅算出手段を更に備えることを特徴とする請求項12又は請求項13に記載のナビゲーション装置。

【請求項15】 前記算出された道幅に対応する道幅データを前記地図データと関連づけて更新可能に記憶する道幅データ記憶手段を更に備えることを特徴とする請求項14に記載のナビゲーション装置。

【請求項16】 前記距離算出手段と前記道幅算出手段の算出結果に基づいて車両の走行車線を判定する走行車線判定手段と、

前記判定された走行車線を前記目的地までの最適経路と照合して、該照合結果に基づいて走行すべき適正な車線を告知する車線告知手段と、
を更に備えることを特徴とする請求項14又は請求項15に記載のナビゲーション装置。

【請求項17】 前記車線告知手段は、前記判定された走行車線が前記適正な車線に合致しない場合、該適正な車線を告知することを特徴とする請求項16に記載のナビゲーション装置。

【請求項18】 前記車線告知手段は、前記判定された走行車線が前記適正な車線に合致する場合、該適正な車

50

3

線に合致することを告知することを特徴とする請求項16に記載のナビゲーション装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、走行中の車両において、撮像手段からの画像信号に基づいて道路端までの距離及び道幅を求める画像処理装置、画像処理方法及びナビゲーション装置の技術分野に属する。

【0002】

【従来の技術】従来から、移動体としての車両の現在位置を検出し、周辺の道路地図と共に検出された現在位置を表示画面に表示して経路案内を行うナビゲーション装置が広く用いられている。この種のナビゲーション装置においては、地図データが記憶された大容量の記録媒体を備えており、表示画面上の表示データを生成するために用いられる。記録媒体上の地図データには、道路形状に関するデータや表示用の各種データなどに加え、これに付随する道幅情報が含まれる。よって、走行中の道路に対応する道幅情報を読み出して、現在走行している道路の道幅を把握することができる。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来のナビゲーション装置では、地図データに含まれる道幅情報は正確な道幅を示すものではなく、例えば5.5m~8mのように、その道路の概略の道幅を示すに過ぎなかつた。よって、道路のポイントに対応したきめ細かく正確な道幅情報は取得することができなかつた。更に、単に道路の道幅を知るだけではなく、道路までの距離をリアルタイムに求め、これを車両の安全走行に役立てることへのニーズも強くなつてゐる。

【0004】そこで、本発明はこのような問題に鑑みなされたものであり、走行中の車両から撮像した画像に基づいて、壁面や溝、あるいは道路面に隣接する道路面以外の構造物を画像中から検出することにより、道路端までの距離及び道幅を求めることができる車載用画像処理装置、及び、画像処理の結果に応じて、ドライバーに対し安全走行を確保するための警告や案内を行うことが可能なナビゲーション装置を提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、請求項1に記載の画像処理装置は、移動体の側方を撮像して画像信号を出力する撮像手段と、移動体が移動中の前記画像信号に基づいて、撮像された画像のそれぞれの領域ごとに、移動ベクトルを検出する移動ベクトル検出手段と、前記検出された移動ベクトルの大きさの空間的变化率を判別し、該変化率に基づいて道路端までの距離を算出する距離算出手段とを備えることを特徴とする。

【0006】この発明によれば、画像処理装置により、走行中の車両等の移動体において側方に向けて撮像手段

4

による撮像が行われて画像信号が出力される。この画像信号を2つの時点で比較して、それぞれの領域ごとの移動ベクトルが検出される。画像中の道路面等の水平部分では移動ベクトルの変化率が一定となるが、道路端では変化率の不連続点が生じる。よって、これら領域ごとに区別して道路端を判別でき、更に移動ベクトルの大きさに基づき道路端までの距離が算出できる。従って、算出された距離は、走行中の安全確保やナビゲーションの支援等の用途に利用可能であり、車両の安全性と利便性を高めることができる。

【0007】請求項2に記載の画像処理装置は、請求項1に記載の画像処理装置において、前記撮像手段は、移動体の左側側方を撮像する第1の撮像手段と、移動体の右側側方を撮像する第2の撮像手段とを含み、前記距離算出手段は、左側道路端までの第1の距離と、右側道路端までの第2の距離とを算出することを特徴とする。

【0008】この発明によれば、走行中の車両等の移動体では、左側に向けて第1の撮像手段が、右側に向けて第2の撮像手段がそれぞれ撮像を行って画像信号を出力する。その後の処理は請求項1に記載の発明と同様に、右側の画像と左側の画像について行われ、移動体の両側道路端までの距離が算出できる。従って、算出された2つの距離を取得して走行道路における車両位置の把握が容易となり、車両の安全性と利便性を一層高めることができる。

【0009】請求項3に記載の画像処理装置は、請求項2に記載の画像処理装置において、前記第1の距離及び前記第2の距離に基づいて、移動体の走行道路の道幅を算出する道幅算出手段を更に備えることを特徴とする。

【0010】この発明によれば、車両等の移動体における左右の画像に対応して算出された2つの距離に基づいて、走行道路の道幅を算出できる。例えば、撮像手段が車両両側の側部に設置されている場合、2つの距離を加え、更に撮像手段の間の距離を加えれば道幅が得られる。従って、この道幅を用いて走行中の安全を確保したり、道幅データを取得するなど、車両の安全確保とナビゲーションの機能向上に有用となる。

【0011】請求項4に記載の画像処理装置は、請求項1から請求項3のいずれかに記載の画像処理装置において、前記画像信号は、所定のフレーム周期を持つフレーム画像データを単位として構成され、前記移動ベクトル検出手段は、連続する2つのフレーム画像データに基づいて前記移動ベクトルを検出することを特徴とする。

【0012】この発明によれば、画像処理の対象は、フレーム周期ごとに出力されるフレーム画像データであり、連続する2つのフレーム画像データを用いて上述の画像処理が行われる。従って、車両の走行中に常にリアルタイムに画像処理が行われ、車両の状況に迅速に対応可能な画像処理装置を実現できる。

【0013】請求項5に記載の画像処理装置は、請求項

50

1から請求項4のいずれかに記載の画像処理装置において、前記撮像手段は、移動体の前側に設置されていることを特徴とする。

【0014】この発明によれば、移動体の前側に設置された撮像手段からの画像信号を例えば表示画面に表示することにより、上記の作用に加えて、通常は視認が困難である移動体前側の横方向を容易に視認することでき、車両の安全確保に一層有用となる。

【0015】請求項6に記載の画像処理装置は、請求項1から請求項5のいずれかに記載の画像処理装置において、前記撮像手段は、移動体の斜め前寄りの側方を撮像することを特徴とする。

【0016】この発明によれば、移動体の斜め前寄りを撮像する撮像手段からの画像信号に基づいて上述の処理を行うようにしたので、車両の進行方向前方における道路端までの距離を時間的に先行して算出でき、迅速に車両の走行状態を把握することができる。

【0017】請求項7に記載の画像処理装置は、請求項1から請求項6のいずれかに記載の画像処理装置において、前記撮像手段は、移動体の斜め下寄りの側方を撮像することを特徴とする。

【0018】この発明によれば、移動体の斜め下寄りを撮像する撮像手段からの画像信号に基づいて上述の処理を行うようにしたので、道路端に近接した場合であっても画角内に道路端を捉えやすくなり、走行車両の安全性を更に高めることができる。

【0019】請求項8に記載の画像処理方法は、移動体の側方を撮像する撮像手段から出力された画像信号に基づいて画像処理を行う画像処理方法であって、移動体が移動中の前記画像信号に基づいて、撮像された画像のそれぞれの領域ごとに、移動ベクトルを検出する移動ベクトル検出手程と、前記検出された移動ベクトルの大きさの空間的变化率を判別し、該変化率に基づいて道路端までの距離を算出する距離算出手程とを備えることを特徴とする。

【0020】この発明によれば、走行中の車両等の移動体に設置された撮像手段からの画像信号を入力し、請求項1に記載の発明と同様の作用により、道路端を判別でき、更に移動ベクトルの大きさに基づき道路端までの距離が算出できる。従って、算出された距離は、走行中の安全確保やナビゲーションの支援等の用途に利用可能であり、車両の安全性と利便性を高めることができる。

【0021】請求項9に記載の画像処理方法は、請求項8に記載の画像処理方法において、前記画像信号は、移動体の左側側方を撮像する第1の撮像手段、及び、移動体の右側側方を撮像する第2の撮像手段からそれぞれ出力され、前記距離算出手程は、左側道路端までの第1の距離と、右側道路端までの第2の距離とを算出することを特徴とする。

【0022】この発明によれば、走行中の車両等の移動

体に設置された第1の撮像手段からの左側側方に対応する画像信号と、第2の撮像手段からの右側側方に対応する画像信号をそれぞれ入力し、請求項2に記載の発明と同様の作用により、移動体の両側道路端までの距離が算出できる。従って、算出された2つの距離を取得して走行道路における車両位置の把握が容易となり、車両の安全性と利便性を一層高めることができる。

【0023】請求項10に記載の画像処理方法は、請求項9に記載の画像処理方法において、前記第1の距離及び前記第2の距離に基づいて、移動体の走行道路の道幅を算出する道幅算出手程を更に備えることを特徴とする。

【0024】この発明によれば、請求項3に記載の発明と同様の作用により、走行道路の道幅を算出でき、この道幅を用いて走行中の安全を確保したり、道幅データを取得するなど、車両の安全確保とナビゲーションの機能向上に有用となる。

【0025】請求項11に記載の画像処理方法は、請求項8から請求項10のいずれかに記載の画像処理方法において、前記画像信号は、所定のフレーム周期を持つフレーム画像データを単位として構成され、前記移動ベクトル検出手程は、連続する2つのフレーム画像データに基づいて前記移動ベクトルを検出することを特徴とする。

【0026】この発明によれば、請求項4に記載の発明と同様の作用により、連続する2つのフレーム画像データを用いて上述の画像処理が行われるので、車両の走行中に常にリアルタイムに画像処理が行われ、車両の状況に迅速に対応可能な画像処理方法を提供できる。

【0027】請求項12に記載のナビゲーション装置は、地図データに基づいて車両の現在位置から目的地までの経路案内を行うナビゲーション装置であって、車両の移動速度を検出する車速センサを含むセンサ部と、車両の側方を撮像して画像信号を出力する撮像手段と、車両走行中の前記画像信号に基づいて、撮像された画像のそれぞれの領域ごとに、移動ベクトルを検出する移動ベクトル検出手段と、前記検出された移動ベクトルの大きさの空間的变化率を判別し、該変化率及び前記移動速度に基づいて道路端までの距離を算出する距離算出手段とを備えることを特徴とする。

【0028】この発明によれば、ナビゲーション装置のセンサ部によって車両の移動速度が検出されると共に、車両側方に向けて撮像手段による撮像が行われて画像信号が输出される。そして、請求項1に記載の発明と同様の作用による画像処理が行われる。従って、算出された距離は、安全性の確保やその他の各種機能に有効に活用でき、車両の安全性と利便性を高めることができる。

【0029】請求項13に記載のナビゲーション装置は、請求項12に記載のナビゲーション装置において、前記算出された距離が予め設定された値より小さい場

合、車両が道路端に近接したことを告知する告知手段を更に備えることを特徴とする。

【0030】この発明によれば、ナビゲーション装置では、道路端までの距離に基づいて、車両が道路端に近接し過ぎたことを判定し、その旨をドライバーに告知するようにしたので、車両の安全性と利便性を一層高めることができる。

【0031】請求項14に記載のナビゲーション装置は、請求項12又は請求項13に記載のナビゲーション装置において、車両の走行道路の道幅を算出する道幅算出手段を更に備えることを特徴とする。

【0032】この発明によれば、走行する車両では、走行道路の道幅を算出でき、例えば、撮像手段が車両両側の側部に設置されている場合、2つの距離を加え、更に車両の幅を加えれば道幅が得られる。従って、この道幅を用いて走行中の安全を確保したり、道幅データを取得して地図データと関連づけて保持するなど、車両の安全確保とナビゲーションの機能向上に有用となる。

【0033】請求項15に記載のナビゲーション装置は、請求項14に記載のナビゲーション装置において、前記算出された道幅に対応する道幅データを前記地図データと関連づけて更新可能に記憶する道幅データ記憶手段を更に備えることを特徴とする。

【0034】この発明によれば、車載用ナビゲーション装置では、道幅データ記憶手段に上述のように求めた道幅に対応する道幅データを更新可能に記憶する。従って、車両が走行した道路の道幅データを保持し、その後、再び同じ道路を通ったときに活用できるので、ナビゲーション装置の機能を支援することができる。

【0035】請求項16に記載のナビゲーション装置は、請求項14又は請求項15に記載のナビゲーション装置において、前記距離算出手段と前記道幅算出手段の算出結果に基づいて車両の走行車線を判定する走行車線判定手段と、前記判定された走行車線を前記目的地までの最適経路と照合して、該照合結果に基づいて走行すべき適正な車線を告知する車線告知手段とを更に備えることを特徴とする。

【0036】この発明によれば、ナビゲーション装置では、車両が複数車線の道路を走行中に、道路端までの距離及び道幅に基づき走行車線を判定する。そして、判定された車線が最適経路と照合されて、その結果に基づき走行すべき適正な車線をドライバーに告知する。従って、最適経路に対応する車線を走行させるためドライバーの注意を喚起することができ、快適なナビゲーション機能を実現できる。

【0037】請求項17に記載のナビゲーション装置は、請求項16に記載のナビゲーション装置において、前記車線告知手段は、前記判定された走行車線が前記適正な車線に合致しない場合、該適正な車線を告知することを特徴とする。

【0038】この発明によれば、請求項16に記載の発明と同様の作用により、判定された車線が最適経路と照合され、車両が適正な車線を走行していないと判断されたとき、適正な車線をドライバーに告知する。よって、適正な車線を走行している際の不要な告知を回避しつつ、必要最小限の告知を行って、快適なナビゲーション機能を実現できる。

【0039】請求項18に記載のナビゲーション装置は、請求項16に記載のナビゲーション装置において、前記車線告知手段は、前記判定された走行車線が前記適正な車線に合致する場合、該適正な車線に合致することを告知することを特徴とする。

【0040】この発明によれば、請求項16に記載の発明と同様の作用により、判定された車線が最適経路と照合され、車両が適正な車線を走行している判断されたとき、その旨をドライバーに告知する。よって、適正な車線を走行していることをドライバーに知らしめて、ドライバーに安心感を与える快適なナビゲーション機能を実現できる。

20 【0041】

【発明の実施の形態】以下、本発明の好適な実施の形態を図面に基づいて説明する。以下の実施の形態においては、本発明を車両に搭載されるナビゲーション装置に適用した場合について説明する。

【0042】図1は、本実施形態に係るナビゲーション装置の概略構成を示す図である。図1に示すナビゲーション装置は、制御部11と、地図データ記憶部12と、道幅データ記憶部13と、センサ部14と、現在位置検出部15と、ディスプレイ16と、スピーカ17と、画像処理部18と、CCDカメラ19a、19bとを含んで構成されている。

【0043】以上の構成において、制御部11は、ナビゲーション装置全体の動作を制御する。制御部11はCPU等からなり、図示しないROMに格納される制御プログラムを読み出して実行し、ナビゲーション装置の各構成要素に制御信号を送出すると共に、データを入出力する。

【0044】地図データ記憶部12は、地図データを格納する記憶容量の大きなメモリであり、例えばCD-ROMやDVD-ROMが用いられる。地図データ記憶部12に格納される地図データは、道路形状データ、名称データ、背景データなどを含んで構成される。

【0045】道幅データ記憶部13は、本発明に係る画像処理に伴って得られた車両走行中の道幅データを更新可能に記録するメモリである。上述の地図データ記憶部12の地図データにも簡易な道幅情報が含まれるが、道幅データ記憶部13に記憶される道幅データは更に詳細なデータであり、道路の位置に応じて変化する道幅を正確に求めたデータである。なお、道幅データの生成方法については後述する。

【0046】センサ部14は、車両の現在位置を検出するためには必要な各種センサを含んでいる。具体的には、車両の速度を検出する車速センサや、車両の方位変化量を検出する方位センサや、GPS (Global Positioning System) 衛星からの電波を受信するGPS受信部などを含んで構成される。

【0047】現在位置検出部15は、センサ部14からの出力信号に基づいて、車両の現在位置を算出し、現在位置データを出力する。なお、現在位置データは、制御部11によって前述の地図データと照合されて、マップマッチング処理等により補正される。

【0048】ディスプレイ16には、制御部11の指示の下、地図データが種々の態様で表示されると共に、これに重複して車両の現在位置がカーマークとして表示される。このディスプレイ16は、例えばCRT、液晶表示素子などから構成される。また、スピーカ17からは、車両の経路に沿った誘導情報が音声により出力されると共に、本発明に係る画像処理に関する後述の案内音声が出力される。

【0049】画像処理部18は、車両に設置される2台のCCDカメラ19a、19bからの画像信号を解析して、本実施形態に係る画像処理を行う手段である。ここで、図2を用いて、画像処理部18の構成及び動作について説明する。

【0050】図2に示すように、画像処理部18は、A/Dコンバータ21と、第1画像メモリ22と、第2画像メモリ23と、移動ベクトル検出部24と、移動ベクトル処理部25を含んで構成されている。また、画像制御部18は、制御部11からの制御信号に従って動作する。なお、画像処理部18は、実際には後述のように2台のCCDカメラ19a、19bからの画像信号を処理するが、簡単のため、一方のCCDカメラ19aからの画像信号を処理する場合を説明する。

【0051】図2において、A/Dコンバータ21は、CCDカメラ19aによって撮像された画像に基づくアナログ画像信号をデジタル画像信号に変換する。通常、A/Dコンバータ21から出力されるデジタル画像信号は、所定のフレーム周期ごとに1つのフレーム画像データを構成し、連続する複数のフレーム画像データからなる。

【0052】第1画像メモリ22及び第2画像メモリ23は、それぞれA/Dコンバータ21から出力されるフレーム画像データを格納する。第1画像メモリ22は最新のフレーム画像データを格納し、第2画像メモリ23は1つ前のフレーム画像データを格納する。よって、画像処理部18では、常に最新の2フレーム分の画像データが保持されており、これらを用いて後述の処理が行われる。

【0053】移動ベクトル検出部24は、第1画像メモリ22及び第2画像メモリ23に格納されるフレーム画

像データに基づいて、画像中の各領域ごとの移動ベクトルを検出する。この際、センサ部14から出力された車速データを用いる。

【0054】また、移動ベクトル処理部25は、移動ベクトル検出部24により検出された移動ベクトルに基づいて、走行道路における道路端までの距離及びこれに基づく道幅を求め、道幅データ等として出力する。

【0055】なお、移動ベクトル検出部24と移動ベクトル処理部25における処理の詳細については後述する。

【0056】図1に戻って、CCDカメラ19a、19bは、それぞれ車両前方の両端部付近に設置され、車両の左右側方を撮像し、画像信号を出力する。ここで図3に、CCDカメラ19a、19bの車両への設置状態を示す。

【0057】図3(a)は、車両上方から見たCCDカメラ19a、19bの設置状態を示す図である。図3(a)に示すように、CCDカメラ19a、19bは車両前方側において左右両側の車体上部に取付けられている。CCDカメラ19aが車両左側に、CCDカメラ19bが車両右側にそれぞれ取付けられている。CCDカメラ19aは、車両左側の側方を向いて撮像可能に取付けられ、CCDカメラ19bは、車両右側の側方を向いて撮像可能に取付けられ、それぞれ対称的な配置で設置されている。

【0058】また、図3(b)は、CCDカメラ19aに関し、車両前方から見た設置状態を撮像範囲と共に示す図である。なお、簡単のため、車両左側の場合の撮像状態のみ示している。図3(b)に示すように、CCDカメラ19aは壁面に向かって画角θの範囲を撮像する。通常、撮像された画像には、上部の壁面が映ると共に下部に道路面が映る角度に取付けられる。本発明においては、CCDカメラ19aにより撮像された画像に基づいて、左側道路端までの距離DLを算出する。

【0059】なお、CCDカメラ19aは、車両の高さ約1mの位置に取付けられる。また、右側のCCDカメラ19bの場合は、図3(b)と対称的な撮像状態となり、右側道路端までの距離DRを算出する。

【0060】次に、本実施形態に係る画像処理の原理について、図4～図8を参照して説明する。

【0061】図4は、前述のCCDカメラ19a、19bにより撮像された画像をピンホールカメラのモデルで表した図である。図4においては、CCDカメラ19aの受光素子部に対応する画像平面P0と、レンズ部に対応する焦点面Fとが焦点距離fを隔てて平行に配置されている。焦点面Fのレンズ中心Cがピンホールに対応し、このレンズ中心Cを中心に空間座標系(X, Y, Z)を考える。一方、画像平面P0では、空間座標(0, 0, -f)を画像中心cとして、カメラ座標系(x, y)を考える。

11

【0062】ここで、空間座標系の点M (X_m, Y_m, Z_m)を考える。この点Mは、例えば図3(b)における壁面上の所定の位置に対応させることができる。この点Mに対する中心射影を考えると、点Mから焦点面Fのレンズ中心Cを通って画像平面P0までが直線で結ばれ、カメラ座標系の点m (x_m, y_m)に射影される。このとき、点M (X_m, Y_m, Z_m)と射影された点m (x_m, y_m)の関係は次式で表される。

【0063】

$$\begin{aligned} \text{【数1】 } x_m &= f \cdot X_m / Z_m \\ y_m &= f \cdot Y_m / Z_m \end{aligned}$$

次に図5は、図4に対応して、空間座標系 (X, Y, Z) と画像データのピクセル座標系 (u, v) の関係を表した図である。図5においては簡単のため、図4の画像平面P0を焦点面Fの前方側に配置すると共に、カメラ座標系 (x, y) のx軸、y軸をそれぞれ反転させてu軸、v軸とすることにより、ピクセル画像系 (u, v) としたものである。図4の配置を図5の配置に置き換えるても、互いに等価であるため、同様の関係が成り立つ。

【0064】図5において、ピクセル画像系の画像平面P1は、水平方向の画素数Nwと垂直方向の画素数Nhの表示画像に対応しており、画像平面P1には全部でNw×Nhの画素が含まれる。一方、この画像平面P1は、サイズが横幅w、高さhとなるCCDカメラ19a、19bの受光領域に一致する。そして、図4と同様に空間座標系の点M (X, Y, Z)を考えると、図5に示すように、画像平面P1の点m (u, v)を通って焦点面Fのレンズ中心Cまで直線で結ばれる。

【0065】ここで、図4と同様に、点mに対する中心射影を考えると、数1に対応して、点M (X, Y, Z) と射影された点m (u, v) の関係は次式で表される。

【0066】

$$\begin{aligned} \text{【数2】 } u &= (f \cdot X / Z) \cdot Nw / w \\ v &= (f \cdot Y / Z) \cdot Nh / h \end{aligned}$$

すなわち、数2は、点m (u, v) の画像平面P1における画素位置を表している。数2において、uが水平方向の画素位置に対応し、vが垂直方向の画素位置に対応している。

【0067】本実施形態では、走行中の車両から撮像された画像を処理するので、画像平面P1内の物体の動きを想定する必要がある。そのため、画像平面P1におけるオプティカルフロー、すなわち移動ベクトルV (u, v) を求める必要がある。3次元空間の同一点の明るさIが一定に保たれる場合、次の時空間微分方程式が成り立つ。

【0068】

【数3】

$$dI/dt = I_x \cdot u + I_y \cdot v + I_t = 0$$

ただし、それぞれ画像平面P1内において、I_xが水平

50

12

方向の偏微分、I_yが垂直方向の偏微分、I_tが時間軸方向の偏微分、u, vは上述の移動ベクトルVの水平方向、垂直方向の成分である。

【0069】次に、図6及び図7を用いて移動ベクトルVを求める方法について説明する。図6に示すように、時刻tにおける画像平面P1内に参照ブロックRを定義する。この参照ブロックRは、左上の画素p_rを起点として、u軸にm画素、v軸にn画素の範囲の矩形領域であり、全部でm×n個の画素を含んでいる。そして、画像平面P1を複数の参照ブロックRに分割し、各々の参照ブロックRごとに移動ベクトルVを求める。図6の例では、m=8、n=8となる参照ブロックRを示している。

【0070】図7は、画像平面P1内の所定の参照ブロックRに対する移動ベクトルVの求め方を説明する図である。図7は、図6の時刻tから△tが経過した時刻t+△tにおける画像平面P1に対応する。そして、センサ部14からの車速データ等に基づいて、画像平面P1内の所定の領域を予めサーチ範囲Sとして定めておく。

【0071】そして、サーチ範囲Sに対し、参照ブロックRと同サイズの比較ブロックCを所定の位置に定義する。サーチ範囲Sは参照ブロックRに比べサイズが十分大きいため、比較ブロックCの位置をサーチ範囲S内で少しづつ動かす必要がある。図7では、比較ブロックCは参照ブロックRと同様にm×nのサイズであり、参照ブロックの左上の画素p_cに対応する比較ブロックCの

左上の画素p_cを示している。最初はサーチ範囲Sの左上の画素を比較ブロックCの画素p_cに設定し、その後はサーチ範囲Sの中で、u軸方向又はv軸方向に画素p_cの位置を1画素づつ動かして、サーチ範囲S内に定義可能な全ての比較ブロックCについて後述の演算を行う。

【0072】次いで、図6の時刻tにおける参照ブロックRと、図7の時刻t+△tにおける比較ブロックCの間で相関値を求める。ここで、画素の集合である画像データでは、m×n個の全ての画素に濃度値を対応させているので、参照ブロックRと比較ブロックCの対応する画素ごとの濃度値の差分を求める。この濃度値の各画素ごとの差分に対し、m×n個の画素についての和をとれば、相関値を計算することができる。

【0073】そして、参照ブロックRに対し、サーチ範囲Sの中の全ての比較ブロックCとの間の相関値を求め、最小の相関値を与える比較ブロックCを探索する。例えば、図7に示す比較ブロックCが最小の相関値を与えるとする。

【0074】この場合は、図7に示すように、画像平面P1において、点線で示した時刻tにおける参照ブロック

CR から時刻 $t + \Delta t$ における比較ブロック C に向かうベクトルを移動ベクトル V として決定することができる。

【0075】図 7 では 1 つの移動ベクトル V のみ示したが、実際には移動ベクトル V を、画像平面 P 1 に定義可能な全ての参照ブロック R について求める。これにより移動ベクトル V の空間的な分布を求める。そして、この移動ベクトル V の空間的な分布に基づいて後述の処理が行われる。

【0076】次に、図 8 を用いて、上記の距離 DR、DL 及び道幅の算出方法を説明する。図 8 は、CCD カメラ 19a から撮像した画像における移動ベクトル V の分布の一例を示す図である。図 8 では簡単のため、図 3 (b) と同様に、車両の横方向において、道路面と壁面が境界部 30 にて接している場合を想定する。また、時刻 t におけるライン L 1 上の移動ベクトル V の分布を考える。

【0077】図 8 に示すように、CCD カメラ 19a にて撮像された画像において、境界部 30 の上部にある壁面では移動ベクトル V の大きさが一定値となっているのに対し、境界部 30 の下部にある道路面では移動ベクトル V の大きさが略一定の変化率で変化している。このように、移動ベクトル V の大きさは、撮影対象物までの距離 z に依存した値となる。

【0078】すなわち、速度 v_0 (m/秒) で走行している車両において、フレーム周期 T で CCD カメラ 19a による撮像を行うとすると、1 フレーム間の車両の移動距離 d は、

【0079】

$$【数4】 d = v_0 \cdot T \quad (\text{m})$$

と表すことができる。ここで、撮影対象物は車両と相対的に u 方向にのみ動き、v 方向及び z 方向に動かない状況を考えると、上述の数 2 に $x = d$ を代入すればよく、以下の式が成り立つ。

【0080】

$$【数5】 u = (f \cdot d / z) \cdot Nw / w = (f \cdot v_0 \cdot T / z) \cdot Nw / w$$

と表すことができる。数 5 に示す u により移動ベクトル V (u, 0) が定まり、この u は移動ベクトル V の大きさに一致する。このように、移動ベクトル V の大きさは、撮影対象物との距離 z と反比例する。

【0081】図 9 は、ライン L 1 の移動ベクトル V の大きさが、数 5 に対応して変化する様子を示す図である。図 9 においては、図 8 の画像中の v 軸に対し、撮影対象物の移動ベクトルの大きさを実線で示すと共に、距離 z を点線で示している。図 8 から判るように、壁面では距離 z が一定となるため、移動ベクトル V の大きさも一定となる。これに対し、道路面では距離 z が下方にいくほど略一定の割合で小さくなるので、数 5 の u は直線的に大きくなっていく。

【0082】従って、図 9 において、移動ベクトル V が略一定の変化率で変化せず、概ね一定となるか否かに基づいて、壁面と道路面を区別することができる、境界部 30 の位置も判断することができる。そして、壁面の移動ベクトル V の平均値を MV (ピクセル) とすれば、上記の壁面までの距離 DL は、数 5 に基づいて、

【0083】

【数6】

$$DL = (f \cdot v_0 \cdot T / MV) \cdot Nw / w$$

を算出して求めることができる。

【0084】なお、道路端に溝部が存在する場合は、道路面では画像の上方に行くにつれ略一定の変化率で移動ベクトル V が小さくなるが、道路面と溝部の境界では部分的に変化率が一定ではなく急激に変化する。よって、この不連続点を判別することで溝部を検出し、その前後の移動ベクトル V の大きさに基づき道路端までの距離 DL を求めることができる。

【0085】また、単一の壁面ではなく、例えばガードレールのように部分的な壁面となる場合は、移動ベクトル V が概ね一定となる複数の領域が生じる可能性があるが、上述のように不連続点を検出すると共に、複数の領域についての距離 DL を求め、そのうち最短となる距離 DL を用いればよい。道路端にガードレールが隣接する場合も、ガードレールに対応する領域までの距離に基づいて、道路端の距離 DL を求めることができる。

【0086】なお、数 5 における各数値の具体例としては、焦点距離 $f = 4$ (mm)、水平方向の画素数 $Nw = 320$ (ピクセル)、受光領域の横幅 $w = 4$ (mm)、フレーム周期 $T = 1/30$ (秒) 程度になる。

【0087】以上の画像処理を、2 つの CCD カメラ 19a、19b による画像に対し同様に行えば、車両の左右における道路端までの距離 DL、DR が求められる。よって、これらを加えると共に、更に車両の横幅を考慮して、走行中の道路における道幅を算出することができる。例えば、図 2 (b) の設置状態において車両が横幅 W を有するとき、道幅 RW は、

【0088】

$$【数7】 RW = DL + DR + W$$

と近似的に求めることができる。

【0089】なお、算出された道幅 RW に対応する道幅データを地図データと関連づけて道幅データ記憶部 13 に更新可能に記憶すれば、後述の各種の処理に利用することができる。

【0090】次に、本実施形態に係るナビゲーション装置における具体的な画像処理に関し、図 10 及び図 11 を参考して説明する。図 10 は、走行中の車両が道路端に近接するのを防止するための処理を示すフローチャートであり、図 11 は、複数車線の道路を走行中の車両が設定経路に対し適正な車線を走行させるための処理を示すフローチャートである。なお、図 10 及び図 11 は、

主に制御部11の制御に従って行われる処理である。

【0091】図10に示す処理が開始されると、上述のような画像処理部18の処理により、両側の道路端までの距離DL、DRが求められ、これに基づき数7に従って道幅RWが算出される(ステップS1)。そして、ステップS1にて算出された道幅RWに対応する道幅データは、地図データと関連づけられて道幅データ記憶部13に書き込まれる(ステップS2)。このとき、予め設定された道路上の所定のポイントにおいて、道幅データの書き込みを行うようにしてもよい。

【0092】次いで、ステップS1において得られた距離DL、DRに基づいて、走行中の車両が道路端に寄り過ぎているか否かが判断される(ステップS3)。すなわち、基準となる所定の距離を設定しておき、距離DL又はDRがこの所定の距離より小さい値となる場合は、車両が道路端に寄り過ぎであると判断すればよい。

【0093】ステップS3の判断結果が「YES」である場合、車両が道路端に寄り過ぎであることをドライバーに警告する(ステップS4)。例えば、道路端に寄り過ぎである旨を示す所定のメッセージを、スピーカ17から音声として出力すればよい。あるいは、同様のメッセージ又は表示記号等をディスプレイ16に表示してもよい。

【0094】ステップS3の判断結果が「NO」である場合、あるいはステップS4を終えると、車両が走行中であるか否かを判断する(ステップS5)。車両が走行中でない場合(ステップS5; NO)、画像処理を行う必要がないので処理を終える。一方、車両がまだ走行中である場合(ステップS5; YES)、ステップS1～ステップS5の処理を繰り返す。

【0095】ナビゲーション装置において、以上のステップS1～ステップS5の処理を行うことにより、常に正確な道幅RWをリアルタイムに求めることができる。そして、道路端までの距離DL、DRを監視し、走行中の車両が道路端に寄り過ぎた時に、ドライバーに警告を行うようにしたので、ドライバーの運転を補助して走行中の安全を確保することができる。また、道幅データを道幅データ記憶部13に適宜に書き込むようにしたので、後に同じ道路を走行する場合、有効に道幅データを活用することが可能となる。

【0096】次に、図11に示す処理は、ナビゲーション装置に所望の目的地が設定され、経路が判断される状況下にて行われる。まず、ステップS1と同様にして、両側の道路端までの距離DL、DRが求められ、更に道幅RWが算出される(ステップS11)。

【0097】そして、地図データ記憶部12の地図データに含まれる走行中の車線に対する車線情報を読み出す(ステップS12)。この車線情報は、走行中の道路が何車線であるを示す情報であるため、車線情報に基づき走行中の道路が複数車線であるか否かを判断する(ステ

ップS13)。

【0098】ステップS13の判断結果が「YES」である場合、ステップS11の判断結果に基づいて、複数車線のうち現在どの車線を走行中であるかを判定する(ステップS14)。この判定は、ステップS1にて求めた車両の両側の道路端までの距離DLとDRとの比に基づいて行うことができる。

【0099】続いて、ステップS14で判定された車線が、目的的に達する経路に対応して適正な車線であるか否かを判断する(ステップS15)。すなわち、例えば3車線の道路を走行している場合を例にとると、一般的には前方で右折するときは右側の車線が適正となり、前方で左折するときは左側の車線が適性となり、そのまま直進するときは何れの車線であってもよいことになる。あるいは予め左折、右折時の適正車線の情報を設定してもよい。

【0100】ステップS15の判定の結果、車両が適正な車線を走行している場合は(ステップS15; YES)処理を終える。一方、車両が適正ではない車線を走行している場合は(ステップS15; NO)、ドライバーに車線変更の案内を指示する(ステップS16)。例えば、右折ポイントの手前で左側の車線を走行している場合、もう2車線右に移動することをドライバーに促す旨のメッセージを、スピーカ17から音声として出力し、あるいはディスプレイ16に表示すればよい。

【0101】ナビゲーション装置において、以上のステップS11～ステップS16の処理を行うことにより、複数車線の道路において車両が位置する車線をリアルタイムに判定することができる。そして、右折や左折等を行なうために適正な車線に位置しない場合のみ、ドライバーに車線変更の案内を行うようにしたので、必要な場合のみ案内が行われ、既に適正な車線を走行している場合は、不要な案内が行われずに済む。そのため、利便性が高く、ドライバーにとって一層快適なナビゲーションが実現可能となる。

【0102】なお、図11の例では、車両が適正ではない車線を走行しているときにのみ車線変更の案内を指示する場合、すなわち、適正な車線を走行しているときに車線変更の案内を指示しない場合を説明したが、これに限らず、車両が適正な走行しているとき、何らかの案内を行うようにしてもよい。例えば、適正な車線を走行中に、「このままの車線を維持して下さい」などの案内を音声等により出力してもよい。これにより、運転中のドライバーに適正な車線を走行していることを把握させて安心感を与えることができる。

【0103】以上、実施形態に基づき本発明を説明したが、本発明は上記実施形態に何ら限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲内で種々の改良変形が可能であることは容易に推察できるものである。

【0104】例えば、撮像手段としてのCCDカメラ1

17

9a、19bにより撮像した画像をディスプレイ16に表示するようにしてもよい。本実施形態では、CCDカメラ19a、19bが車両前方において真横方向を撮像するように設置されているため、ドライバーが側方を直接見ることができる位置に達する前に、ディスプレイ16にて側方画像を視認することできる。特に、車両が狭い路地から交差点に進入する場合などは、車両先端を僅かに交差点に出すだけで側方画像を視認でき、車両の安全走行に有用となる。

【0105】また、上記実施形態では、撮像手段としてのCCDカメラ19a、19bが車両の側方における真横方向を撮像するように設置されている場合を説明したが、これに限らず、車両の側方における斜め前寄り方向を撮像するように設置してもよい。これにより、側方画像を時間的に先行して処理することができ、タイムリーに道路端までの距離を求めることができる。

【0106】あるいは、CCDカメラ19a、19bを車両の側方における斜め下寄り方向を撮像するように設置してもよい。一般に、垂直方向の画角が狭いCCDカメラ19a、19bを用いると、車両が道路端に近接したときに道路端が画像内に入らなくなる場合が生じる。このような場合であっても、CCDカメラ19a、19bの撮像方向が下寄りであれば、道路端が画像内に入る所以、道路端までの距離を求めることが可能となる。

【0107】また、より広い画角を有するCCDカメラ19a、19bを用いてもよい。例えば、水平方向の画角が180度近くあるCCDカメラ19a、19bを用い、それぞれの撮像画像における左側の領域と右側の領域に対し別個に上述の処理を行うことにより、道路端までの距離を求めてよい。これにより、一層きめ細かく道路端までの距離を求めることができる。

【0108】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、撮像手段により走行中の車両の側方を撮像し、画像処理を行って道路端までの距離を求めるようにしたので、走行車両の安全確保や道幅データの取得など、車両の安全性と利便性を高めることができるとなる。

【0109】また、本発明をナビゲーション装置に適用すれば、車両の道路端近接時のドライバーへの告知、車線判定に基づく車線変更の告知、道幅データの記憶などにより、ナビゲーション装置を支援して機能向上を図ることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

10

【図1】本実施形態に係るナビゲーション装置の概略構成を示す図である。

【図2】ナビゲーション装置の画像処理部の構成を示す図である。

【図3】CCDカメラの車両への設置状態を示す図であり、(a)は車両上方から見た設置状態、(b)は車両前方から右側の設置状態をそれぞれ示す図である。

【図4】CCDカメラにより撮像された画像をピンホールカメラのモデルで表した図である。

【図5】空間座標系と画像データのピクセル座標系の関係を表した図である。

【図6】移動ベクトルを求める際に画像平面内に定義する参照ブロックについて説明する図である。

【図7】画像平面内の所定の参照ブロックに対し、サーチ範囲内に比較ブロックを定義して、移動ベクトルを求める方法を説明する図である。

【図8】本実施形態に係る画像処理において、道路端までの距離及び道幅の算出方法を説明する図である。

【図9】画像内の移動ベクトルの大きさ及び壁面との距離が変化する様子を説明する図である。

【図10】本実施形態に係るナビゲーション装置において、道幅検出に対応して、走行中の車両が道路端に近接するのを防止するための処理を示すフローチャートである。

【図11】本実施形態に係るナビゲーション装置において、道幅検出に対応して、複数車線の道路を走行中の車両が設定経路に対し適正な車線を走行させるための処理を示すフローチャートである。

【符号の説明】

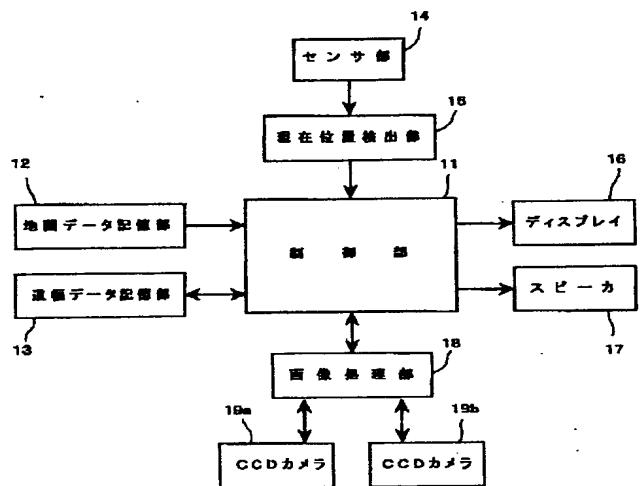
- 1 1…制御部
- 1 2…地図データ記憶部
- 1 3…道幅データ記憶部
- 1 4…センサ部
- 1 5…現在位置検出部
- 1 6…ディスプレイ
- 1 7…スピーカ
- 1 8…画像処理部
- 1 9a、1 9b…CCDカメラ
- 2 1…A/Dコンバータ
- 2 2…第1画像メモリ
- 2 3…第2画像メモリ
- 2 4…移動ベクトル検出部
- 2 5…移動ベクトル処理部

20

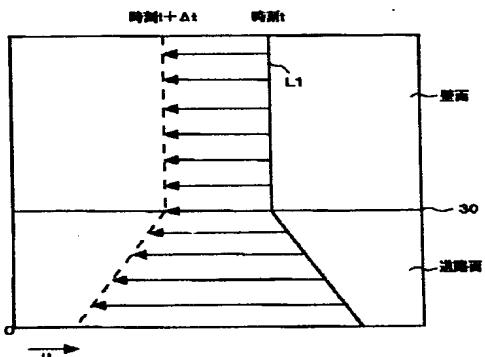
30

40

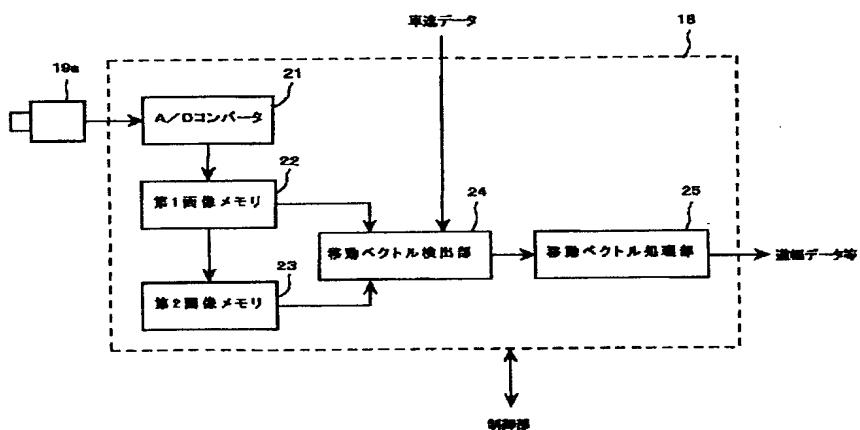
【図1】



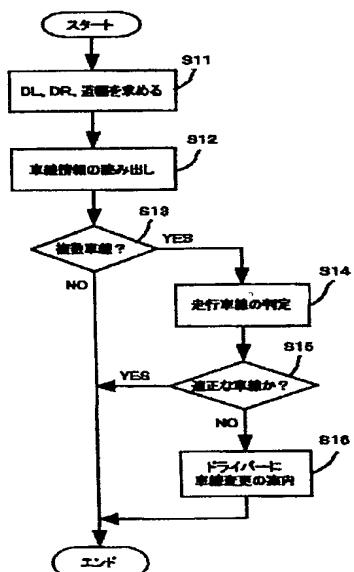
【図8】



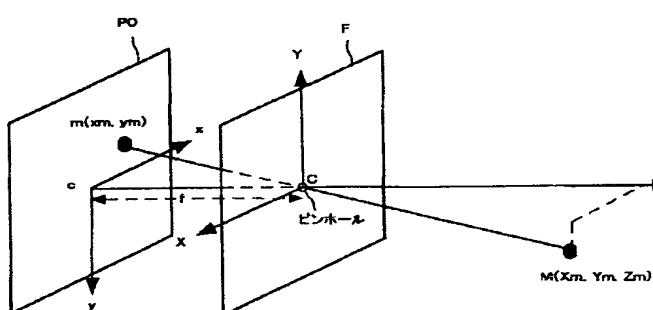
【図2】



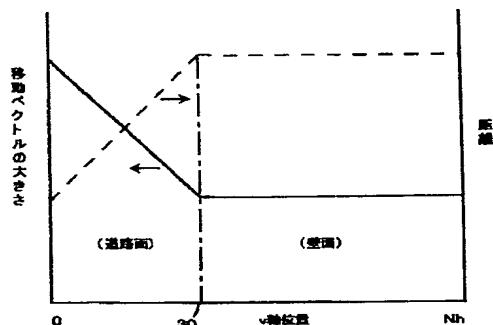
【図11】



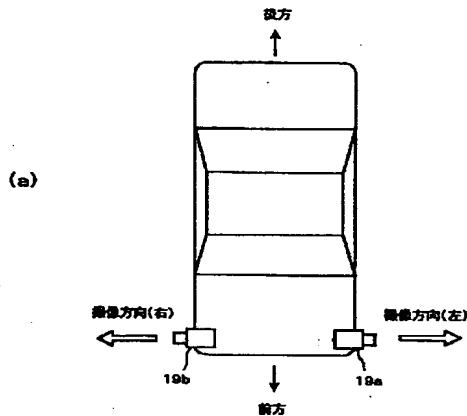
【図4】



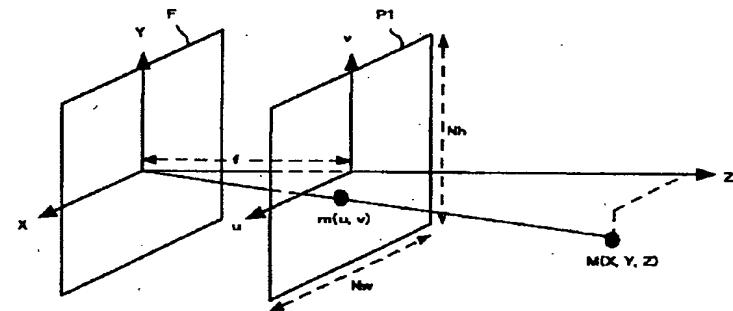
【図9】



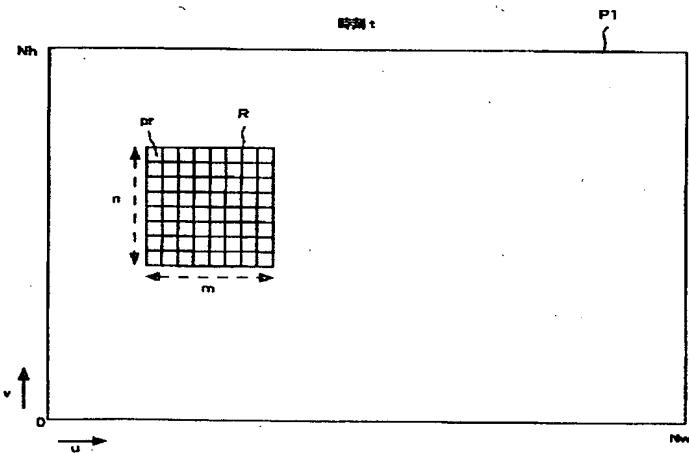
【図3】



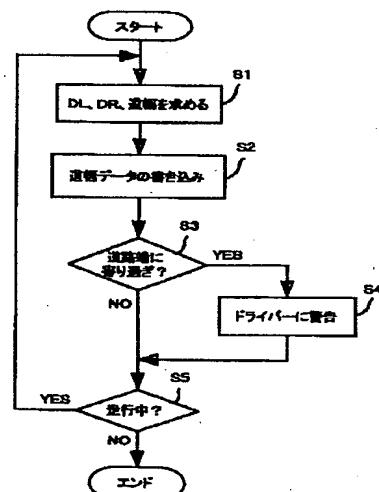
【図5】



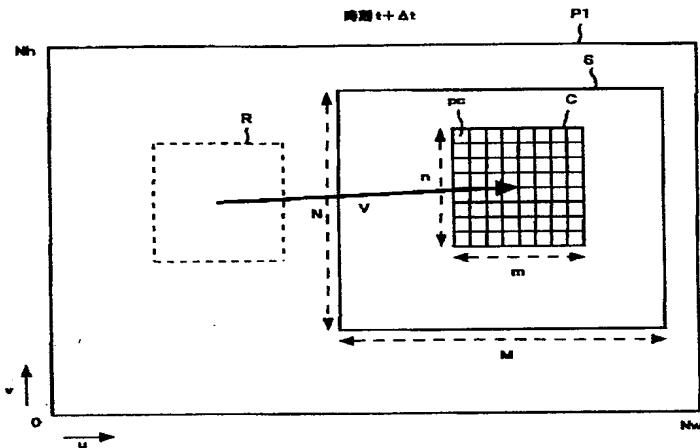
【図6】



【図10】



【図7】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7

識別記号

G 08 G 1/04
1/16

F I

G 08 G 1/16
G 06 F 15/70

テーマコード(参考)

C

410

F ターム(参考) 2F029 AA02 AB01 AB07 AB09 AC02
AC04 AC09 AC14 AC18
2F065 AA06 AA12 AA22 BB13 CC40
FF04 FF09 FF63 FF64 FF67
JJ03 JJ05 JJ08 JJ26 PP01
QQ00 QQ03 QQ13 QQ24 QQ25
QQ26 QQ27 QQ28 QQ41 SS03
SS09 SS13
2F112 AD05 AD10 BA18 CA05 FA03
FA07 FA21 FA27 FA41
5H180 AA01 BB13 CC04 FF04 FF05
FF22 FF25 FF27 FF33 LL02
LL07 LL08
5L096 BA04 CA04 DA02 EA23 FA34
FA54 FA66 GA08 GA28 HA04

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)